

Integração de Imagens Multiespectral e Pancromática SPOT visando ao Estudo de Áreas Urbanas

**ALCEU RIBEIRO ALVES^{1,2}
EDIS MAFRA LAPOLLI^{1,3}
ANA MARIA B. FRANZONI^{1,3}
VICTOR JOSÉ P. LUZ^{1,4}**

¹LARS/SC - Lab. Associado de Sensoriamento Remoto /SC
Rua Tenente Silveira, 94, 5º Andar
88.010-300 Florianópolis, SC, Brasil

²UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Informática e de Estatística

³UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Civil

⁴SPF - Secretaria de Estado do Planejamento e Fazenda

Abstract. The purpose of this paper is the SPOT Panchromatic and Multispectral Image Combination for Urban Area Analysis. This study was developed in the municipality of Joinville, SC. Initially, the image was registered and filtered. Finally, the image combination was carried out, by using the IHS transformation. The resulting product from these treatments was an image with a good geometric definition and a good colour mixing. These features are considered important requirements for urban area analysis.

Introdução

Os dados obtidos por diferentes sensores imageadores apresentam-se na forma de imagens fotográficas ou de imagens digitais.

De acordo com SCHOWENGERDT(1983), as imagens digitais são constituídas de elementos discretos, denominados "pixels", associados a valores numéricos, que apresentam a radiância média dos alvos imageados. Ainda, conforme o mesmo autor, essas imagens podem ser trabalhadas ou analisadas através da aplicação de determinados conjuntos de operações, denominados processamento digital de imagens. Esse processamento envolve técnicas de pré-processamento, de realçamento e de classificação.

Uma das técnicas mais importantes do processamento digital é a integração de imagens, visando ao uso simultâneo de informações complementares, para a obtenção de um melhor realçamento de cores da imagem e/ou para melhoria da resolução espacial.

Partindo dessa premissa básica, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de integrar imagens multiespectral e pancromática obtidas através do sensor HRV-SPOT, para estudar e analisar áreas urbanas. A área teste escolhida para a aplicação proposta está localizada no município de Joinville, no nordeste do estado de Santa Catarina e está contida na órbita/ponto: 713/402, sendo utilizada tanto a imagem multiespectral como a pancromática, da data de 25 de março de 1991.

Para a integração dessas imagens, foram necessárias três etapas distintas. A primeira delas tratou do registro geométrico dos dados. Na segunda, foi aplicado um filtro isotrópico e a última foi dedicada à integração da informação propriamente dita.

Procedimentos Metodológicos

A seguir, serão descritas detalhadamente as três etapas do procedimento utilizado para o desenvolvimento e alcance do objetivo proposto nesta pesquisa, para o qual foi utilizado o Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM-150), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

1º Etapa: Registro das Imagens.

O registro das imagens permite a superposição de várias imagens em relação a uma outra de referência. Nesse caso, as diferenças de deslocamento nas direções horizontal e/ou vertical existentes entre as duas imagens são corrigidas. Nesse processo, o primeiro passo é a escolha dos pontos de controle, os quais devem ser passíveis de identificação precisa na imagem.

Na imagem utilizada neste trabalho, existiam pontos facilmente identificáveis. A quantidade, bem como a distribuição dos pontos de controle são parâmetros fundamentais para que se possa alcançar bons resultados. Nesta pesquisa, foram adquiridos dez pontos de controle bem distribuídos e realizado o ajuste das imagens.

2º Etapa: Filtragem Espacial

Esta etapa foi dedicada à aplicação do filtro isotrópico visando realçar a nitidez da imagem. Nesses filtros, os níveis de cinza da imagem original são modificados pela aplicação de uma "máscara", onde os valores atribuídos, como multiplicadores, alteram os valores dos níveis de cinza.

No primeiro passo, foi criada uma "máscara", "MxN"="5x5", com peso 6. Esse filtro apresenta a seguinte configuração espacial:

$$\begin{array}{ccccc} & & B & & \\ & A & B & A & \\ B & B & C & B & B \\ & A & B & A & \\ & & B & & \end{array} \quad \text{onde: } \begin{array}{l} A = 1 \\ B = -2 \\ C = 18 \end{array}$$

A seguir foi efetuada a filtragem espacial em cada uma das bandas, pelo método da convolução. O processo de filtragem sempre é executado sobre a imagem original, não sendo criada uma nova banda. Aplica-se o filtro escolhido e é gerada a imagem filtrada.

3º Etapa: Transformação IHS

Na terceira e última etapa desta pesquisa, realizou-se a integração propriamente dita da imagem através da transformação IHS. Essa transformação tem como objetivo o realçamento de imagens e a melhoria da resolução espacial, através da transformação dos canais originais RGB nos canais IHS e vice-versa. Intensidade, cor e saturação são atributos que permitem distinguir uma cor de outra. Nessa etapa, o primeiro passo foi a rotação RGB-IHS, onde os canais que contêm as bandas da imagem multiespectral (B1, B2 e B3) foram associados a R, G e B. O segundo passo tratou da substituição do canal I, nos resultados obtidos, pela banda da imagem

pancromática. E, finalmente, a rotação IHS-RGB foi feita, com o canal I substituído pela banda da imagem pancromática.

Resultados e Discussões

A transformação IHS possibilita um maior controle sobre o realçamento das cores (SCHOWENGERDT, 1983).

As imagens em três bandas espectrais são associadas às três cores primárias (azul, verde e vermelho), produzindo uma composição colorida do tipo RGB. O espaço de cores RGB é definido pelos níveis de cinza das bandas espectrais da composição colorida. Nesse espaço, três atributos devem ser considerados, quais sejam: a intensidade ou o brilho, a matiz ou a cor, e a saturação. A intensidade significa a variação do preto ao branco; a matiz significa as cores propriamente ditas, e a saturação representa o grau de pureza das cores.

De acordo com Haydn et al (1982), a transformação IHS consiste de um sistema de equações, quais sejam:

$I = R + G + B$, onde R, G e B são associados aos canais vermelho, verde e azul

$$H = (G - B) / (I - 3B)$$

$$S = (I - 3B) / I$$

Quando a intensidade no vermelho é menor:

$$H = 1 + [(B - R) / (I - 3R)]$$

$$S = (I - 3R) / I$$

Quando a intensidade no verde é menor:

$$H = 2 + [(R - G) / (I - 3G)]$$

$$S = (I - 3G) / I$$

É verificada a intensidade das cores em cada canal, direcionando-se para a fórmula correspondente.

Quando ($0 < H < 1$):

$$R = (1/3)I(1 + 2S + SH)$$

$$G = B + IHS$$

$$B = (1/3)(1 - S)$$

Quando ($1 < H < 2$):

$$R = (1/3)(1 - S)$$

$$G = (1/3)[1 + 2S - 3S(H - 1)]$$

$$B = (1/3)[1 - S + 3S(H - 1)]$$

Quando ($2 < H < 3$):

$$R = (1/3)[1 - S + 3S(H - 2)]$$

$$G = (1/3)(1 - S)$$

$$B = (1/3)[1 + 2S - 3S(H - 2)]$$

As primeiras equações representam a transformação de imagens originais para o espaço IHS e as últimas conduzem as imagens transformadas de volta ao espaço RGB.

A transformação de imagens no espaço IHS foi utilizada para realçar espectralmente a combinação de bandas, bem como para melhorar o produto multiespectral em termos de resolução espacial.

Nesta pesquisa, a opção de transformação IHS foi utilizada a partir de uma combinação de bandas multiespectrais HRV/SPOT, ressaltando a resolução espectral desse sensor, no espaço RGB, e adicionou-se um produto de melhor resolução espacial (HRV/SPOT - Pancromático) substituindo o atributo intensidade I.

Observou-se a boa qualidade do produto gerado, com a transformação, e a real melhoria da resolução espacial, mantendo-se a resolução espectral. O produto obtido mostra-se com uma boa resolução geométrica e um bom equilíbrio de cores, onde as feições urbanas são mais facilmente demarcadas. Para uma melhor compreensão das imagens geradas, as figuras 1, 2 e 3 mostram os histogramas de distribuição de níveis de cinza das imagens I, H e S respectivamente.

A imagem S foi submetida a um deslocamento aditivo, em termos de off-set, de 40 níveis de cinza, que na prática significa a obtenção de uma imagem visualmente mais clara (FIG. 4).

Para a utilização de imagens orbitais na demarcação das feições urbanas, é fundamental contar-se com produtos que apresentem alta resolução espacial, devido às pequenas dimensões que, normalmente, apresentam essas

feições. Portanto, a transformação IHS foi de grande valia, pois além do realçamento da cena, proporcionou uma melhoria da resolução espacial.

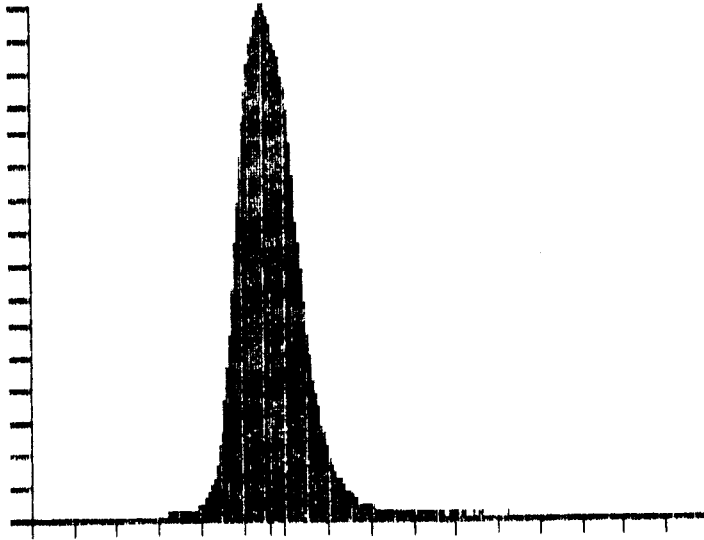


FIG. 1 - Histograma de Frequências de Níveis de Cinza da Imagem I

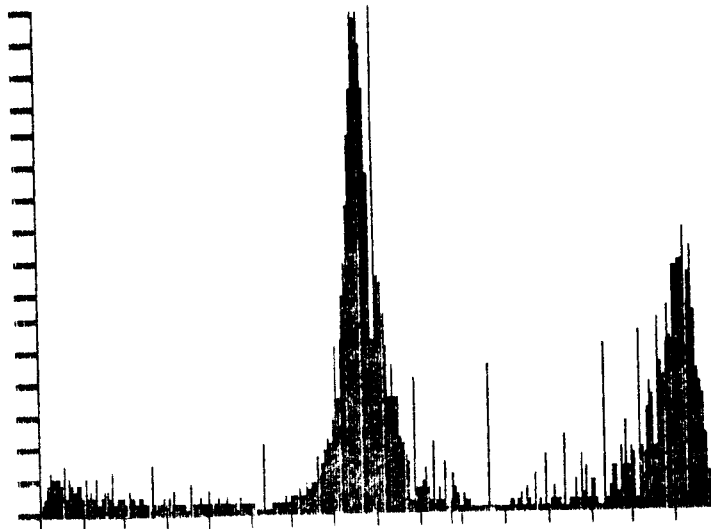


FIG. 2 - Histograma de Frequências de Níveis de Cinza da Imagem H

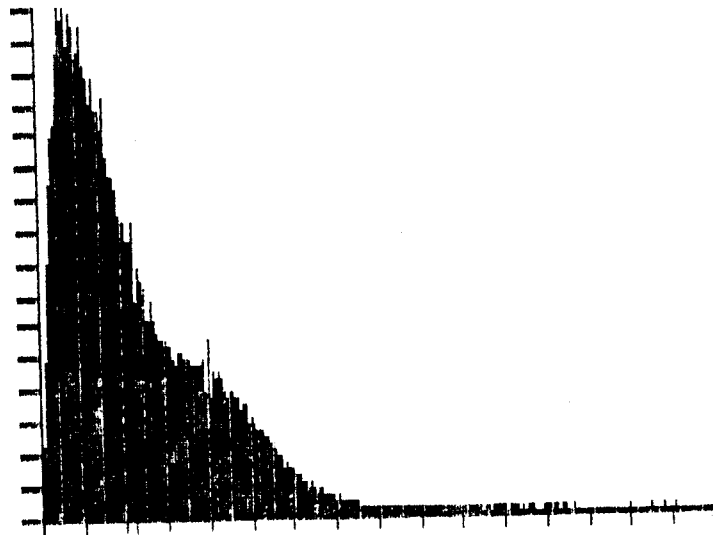


FIG. 3 - Histograma de Frequências de Níveis de Cinza da Imagem S

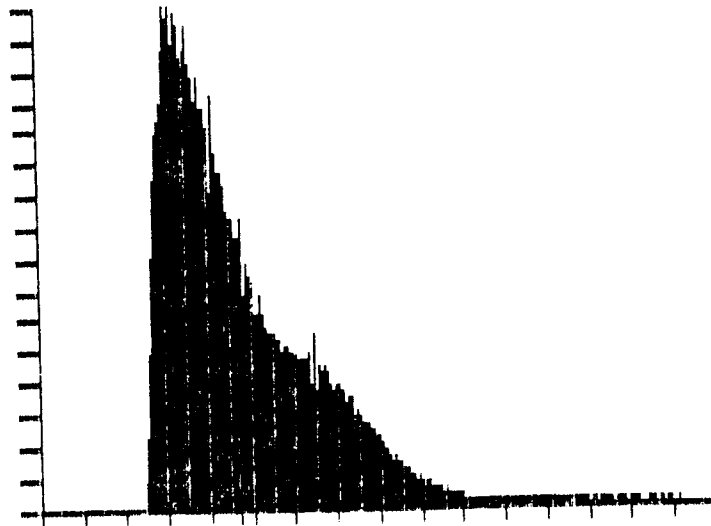


FIG. 4 - Histograma de Frequências de Níveis de Cinza da Imagem S com Deslocamento Aditivo

Considerações Finais

Com o desenvolvimento desse trabalho, podem ser feitas as seguintes considerações finais:

- a transformação IHS contemplou o realçamento da imagem, enfatizando as informações referentes às feições urbanas que compunham a cena, bem como, possibilitou a hibridação das imagens multiespectrais com a pancromática;

- para aplicação de realçamento e hibridação de imagens obtidas por sensores diferentes, é

importante o registro dessas imagens, para garantir o enquadramento e o ajuste entre elas;

- a transformação IHS resultou na obtenção de imagens no espaço RGB, que mantêm a característica multiespectral da imagem multiespectral e incluem a melhor resolução espacial da imagem pancromática. A análise visual dessa imagem mostrou as informações bem mais delineadas, principalmente referentes ao tema "área urbana", quando comparadas às imagens originais;

- essa transformação apresenta como limitação o fato da aparência visual da vegetação ser muito escura, sem níveis discretos.

Referências

DUTRA, L. V.; MENESES, P. R. *Realce de Cores em Imagens de Sensoriamento Remoto Utilizando Rotação de Matriz no Espaço IHS*. São José dos Campos, INPE, 1987.

EHLERS, M. Application of SPOT Data for Regional Growth Analysis and Local Planning. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56 (2), 175-180, 1990.

HAYDN, R.; DALRE, G.N.; HENKEL, J.; BARE, J.E. Application of the IHS Color Transform to the Processing of Multisensor Data and Image Enhancement. In: *International Symposium on Remote Sensing of Environment. First Thematic Conference. "Remote Sensing of Arid and Semi-Arid Lands"*. Proceedings V.1, Cairo, Egypt, p. 599-616, 1982.

KURKDJIAN, M. L.N. O. Integração de Imagem SPOT Multiespectral e Aerofotos Pancromáticas para Estudo do Uso do Solo Urbano. In: *Anais do IV Simpósio Latino Americano de Percepção Remota*, Bariloche, Argentina, nov. 1989, p.414-421, 1989.

KURKDJIAN, M.L.N.O. Integração de Dados de Diferentes Sistemas Sensores através da Técnica de Transformação IHS, visando o Estudo da Estrutura Intra-Urbana. In: *VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Manaus, jun. 1990, p.331-340, 1990.

SCHOWENGERDT, R. A. *Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing*. London, Academic, 1983. 249 p.